

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07050170 A**

(43) Date of publication of application: **21.02.95**

(51) Int. Cl

H01M 8/02
H01M 8/10

(21) Application number: **05192341**

(71) Applicant: **ASAHI CHEM IND CO LTD**

(22) Date of filing: **03.08.93**

(72) Inventor: **OKUYAMA KAZUO**

(54) ION EXCHANGE MEMBRANE FOR FUEL CELL,
JUNCTION BODY AND FUEL CELL

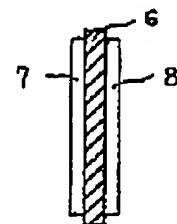
they are pressed by the pressure at 80kg/cm² at 80°C
for 90 seconds to form a junction body.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

PURPOSE: To obtain a solid high polymer fuel cell having excellent output performance at a low cost by using a membrane which is obtained by leading sulfonic acid group to polyolefine, and a junction body using this membrane.

CONSTITUTION: A high density polyethylene film 6 is irradiated with election beams, and this film is dipped for reaction in the mixture solvent of styrene-sulfonic acid sodium deoxidised previously, and acrylic acid. This reactant membrane is water-washed, and dipped in the sulfuric acid solvent to form a sulfonic acid type membrane. As gas diffusing electrodes 7, 8, electrodes made of the conductive material such as carbon material carrying platinum are used, and impregnated with proton conductive material solvent, and processed in pure water at 100°C for two hours. On the other hand, the ion exchange membrane 6 is processed in pure water at 80°C for two hours. The electrodes 7, 8 and the membrane 6 are taken out of the water, and the water content thereof is wiped off lightly, and the electrodes 7, 8 are arranged in both sides of the membrane 6, and



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-50170

(43) 公開日 平成7年(1995)2月21日

(51) Int.Cl.

H01M 8/02
8/10

識別記号

P 9062-4K
9444-4K

P I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 OL (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平5-192341

(71) 出願人 00000033

旭化成工業株式会社

大阪府大阪市北区堂島浜1丁目2番6号

(22) 出願日

平成5年(1993)8月3日

(72) 発明者 奥山 和雄

神奈川県川崎市川崎区夜光1丁目3番1号

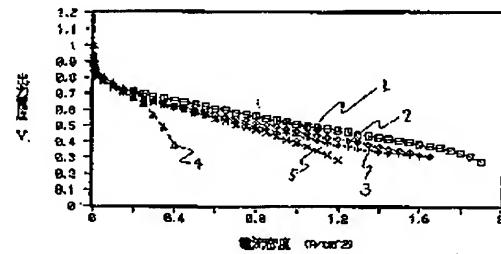
旭化成工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 燃料電池用イオン交換膜、接合体および燃料電池

(57) 【要約】

【目的】 従来のものよりも出力性能が優れ、かつ、安価な固体高分子型燃料電池を提供する。

【構成】 ポリオレフィンにスルホン酸基を導入した膜及びそれを用いた接合体であることを特徴とする燃料電池。



(2)

特開平7-50170

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】スルホン酸基を導入したポリオレフィン膜からなる燃料電池用イオン交換膜。

【請求項2】スルホン酸基を導入したポリオレフィン膜とプロトン伝導材を触媒層に含有するガス拡散電極とからなる接合体。

【請求項3】請求項2に記載の接合体を用いることを特徴とする燃料電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、固体高分子型燃料電池(PEFC)に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、低公害性と高効率性という特徴により燃料電池が注目されている。燃料電池とは、水素やメタノール等の燃料を酸素または空気を用いて電気化学的に酸化することにより、燃料の化学エネルギーを電気エネルギーに変換して取り出すものである。

【0003】このような燃料電池は、用いる電解質の種類によってリン酸型、溶融炭酸塩型、固体酸化物型および高分子電解質型等に分類される。このうち、陽イオン交換膜を電解質として用いる固体高分子型燃料電池(PEFC)は、低温における作動性がよいことと出力密度が高いことから最近特に注目されている。このPEFC本体の基本構造は、図2に示すように陽イオン交換膜からなる電解質膜1と、その両面に接合された正負の各ガス拡散電極2、3とで構成される。ガス拡散電極2、3の少なくとも電解質膜1側には触媒が堆積してある触媒層があり、各ガス拡散電極2、3における触媒層と電解質膜1との界面において電池反応が生じる。そして、ガス拡散電極2には例えば水素ガスを、ガス拡散電極3には例えば酸素ガスをそれぞれ供給し、ガス拡散電極2、3間に外部負荷回路を接続すると、ガス拡散電極2の触媒層と電解質膜1との界面で $2H_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$ の反応が起きる。

【0004】この反応により生じた H^+ (プロトン)は電解質膜1を追って、 e^- (電子)は負荷回路を追ってそれぞれ対極のガス拡散電極3に移動し、電解質膜1とガス拡散電極3の触媒層との界面で、 $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$ の反応が起きて水が生じると同時に電気エネルギーが得られる。陽イオン交換膜として、バーフルオロカーボンスルホン酸膜であるNafton[®]登録商標>膜が米国DuPont社にて開発されて燃料電池の性能が大きく向上し、1969年には生物衛星に搭載されたが、その後アルカリ型燃料電池に及ばず、1974年のスペースシャトルに搭載されなかった。1980年代後半に同じくバーフルオロカーボンスルホン酸膜であるDow膜がDow Chemical社から提供され、かつ、両極の触媒層にバーフルオロカーボンスルホン酸膜成分をプロトン伝導材として含有されることによ

2

り、出力性能が大幅に向上し現在に至っている。

【0005】すなわち、今までPEFCと言えばバーフルオロカーボンスルホン酸膜を用いた燃料電池であった。しかしながら、バーフルオロカーボンスルホン酸膜を電解質膜として使用している燃料電池は用途によっては、その出力性能が不十分となることおよびこれらの膜自体が高価であることから、出力性能がより高く、かつ価格が安いPEFCの出現が切望されていた。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明はより高い出力性能を備え、かつ、安価なPEFCを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記したように現在使用されているバーフルオロカーボンスルホン酸膜を用いた燃料電池は大きな問題が2つある。ひとつは、燃料電池としての出力性能に直接関係する交換容量を大きくすることが困難であること、そして他のひとつは膜自体が高価であるため、燃料電池普及の壁となりうることである。

【0008】一方、ハイドロカーボンスルホン酸膜に関しては、シェミニ宇宙船に搭載されたスチレン-ジビニルベンゼン系の研究結果から、大きな2つの欠点が致命的であると考えられている。ひとつは、酸素還元反応時に生じると推定されている過酸化水素に対する耐久性がないこと、そして他のひとつは、ハイドロカーボンスルホン酸の解離度がバーフルオロカーボンスルホン酸に比べて小さく、充分な性能が出ないことである。

【0009】本発明者は、上記問題点を解決するため試験した結果、水を含んで膨潤し、交換容量(単位質量当りの官能基の数)をバーフルオロカーボンスルホン酸膜に比べて簡単に大きめでき、その上非常に安価である、スルホン酸基を導入したポリオレフィン膜を見い出し、本発明を完成した。すなわち、本発明は以下のとおりである。

1. スルホン酸基を導入したポリオレフィン膜からなる燃料電池用イオン交換膜。
2. スルホン酸基を導入したポリオレフィン膜とプロトン伝導材を触媒層に含有するガス拡散電極とからなる接合体。
3. 上記2に記載の接合体を用いることを特徴とする燃料電池。

【0010】本発明において、電解質となるイオン交換膜は、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ-1-ブテン、4-メチル-1-ベンゼン、ポリイソブチレン、ポリソブレン、ポリブタジエン、ポリテトラフルオロエチレンおよびそれらの共重合体等のポリオレフィンに入爾ホン酸基を導入した非多孔性の膜である。ポリオレフィンの分子量は特に限定はないが、好ましくは重量平均分子量が20000~200000であり、より好ま

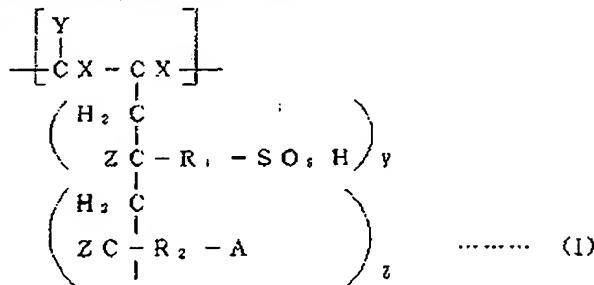
(3)

特開平7-50170

3

しくは40000~1000000である。分子量が20000より小さいとスルホン酸基を導入した時に強度が弱くなり、一方200000より大きいポリオレフィンは成膜が困難となる。スルホン酸基を導入したポリオレフィン膜の厚さは特に制限はないが、抵抗値を小さくするため好ましくは10~200μmである。スルホン酸基を導入したポリオレフィン膜には他の酸性官能基、例えばカルボン酸基やヒドロキシ基が共存していても良い。

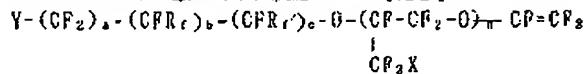
【0011】スルホン酸基の量を示す交換容量は、イオ $\times 10$



【0014】(ここで、乙は目またはCH₂、R₁は無し、C₆H₅または芳香族誘導体、R₂は無し、C₆H₅COOCH₂、-CH₂、または芳香族誘導体、AはOHまたはCOOHである。)

ポリオレフィン膜にスルホン酸基を導入する方法に制限はないが、特に放射線グラフト重合法が優れている。これは、ポリオレフィン膜に放射線(例えは電子線)を照射し、その後スルホン酸基を有するビニル化合物や他の酸性官能基、例えばカルボン酸基やヒドロキシ基を有するビニル化合物を単独あるいは混合状態で接触させる方法である。この方法は、例えば特開昭55-106232号公報等に開示されている。

【0015】具体的なビニルスルホン酸の例としては、エチレンスルホン酸、ステレンスルホン酸、2-アクリルアミド-2-メチルプロパンスルホン酸があり、反応式



..... (2)

【0017】(式中、YはSO₃H、SO₃F、SO₃NH₂、SO₃NH₃、COOH、CN、COF、COOR(Rは炭素数1~10のアルキル基)、PO₃H₂またはPO₃H₃であり、aは0~6の整数、bは1~6の整数、cは0または1であり、且つa+b+c ≠ 0であり、nは0~6の整数であり、Xはn ≥ 1のときC₁、B_nおよびFのいずれか一種または複数種の組み合わせであり、R₁およびR₂は独立にF、Cl、I

ン交換性能を表わす指標であり、本発明においては1 meq/gから4 meq/gである。1 meq/gより小さいとプロトン導伝性が低下するため出力性能が大きく悪くなり、4 meq/gより多くスルホン酸基を導入すると膜としての強度が急激に低下し実用に耐えない。

【0012】具体的な膜構造の例としてポリエチレン膜の場合を式(1)に示した。

【0013】

【化1】

※時には例えばナトリウムやカリウムの塩として用いてよい。また、例えばステレンを反応させた後、スルホン化反応によりスルホン酸基を導入しても良い。次にガス拡散電極の触媒層に含有させるプロトン伝導材について説明する。プロトンを伝導できる官能基、例えばスルホン酸基、カルボン酸基、リン酸基、ホスホン酸基を有する化合物であればいずれのものでも良いが、特に、含フッ素高分子を骨格とした化合物が耐久性の面で好ましい。例えば、本発明のポリオレフィン膜にスルホン酸基を導入した物や、式(2)で表わされるモノマーの一種以上を必須成分としこれに後述のモノマー群から選ばれた一種類または二種類以上のモノマーを共重合させた共重合体がある。

【0016】

【化2】

~10個の炭素原子を有するバーフルオロアルキル基および1~10個の炭素原子を有するフルオロクロロアルキル基から選択されるものである。)

そして、これと共に重合させるモノマー群としては、テトラフルオロエチレン、トリフルオロモノクロロエチレン、トリフルオロエチレン、フッ化ビニリデン、1,1-ジフルオロ-2,2-ジクロロエチレン、1,1-ジフルオロ-2-クロロエチレン、ヘキサフルオロブロピ

50

(4)

特開平7-50170

5

レン、1, 1, 1, 3, 3-ベンタフルオロプロピレン、オクタフルオロイソブチレン、エチレン、塩化ビニル、アルキルビニルエステル等が挙げられる。

【0018】共重合後、必要であれば例えば加水分解等の後処理にてプロトン移動性の官能基へと変換させる。プロトン伝導材を触媒層に存在させる方法としては、前記プロトン伝導材を溶液状態または粉末状態で触媒層をなす原料粉末と混合し、これを成形して触媒層を形成してもよいし、予め形成されたガス拡散電極の触媒層にプロトン伝導材の溶液を含浸させてもよい。

【0019】次に、スルホン酸基を導入したポリオレフィン膜とプロトン伝導材を触媒層に含有するガス拡散電極との接合体について説明する。スルホン酸基を導入したポリオレフィン膜とプロトン伝導材を触媒層に含有するガス拡散電極との接合は加温加圧にて行われる。パーカーフルオロカーボンスルホン酸膜の場合約130°C以上の温度で加熱加圧する方法(特開平3-208260号公報)が知られているが、本発明のイオン交換膜の場合、耐熱性の点からイオン交換膜およびプロトン伝導材に水分を保持したまま接合する方法が好ましい。この方法における接合温度は、水の沸点以下である。これによりイオン交換膜および接合材に含まれる水が保持される。圧力は使用するガス拡散電極の固さに依存するが、通常5~200kg/cm²である。5kg/cm²未満ではイオン交換膜と電極との接合不充分となり、200kg/cm²を超えるとガス拡散電極の空孔が少なくなってしまう。なお、接合操作時に電極の厚さよりも薄いスペーサを入れて加圧するとガス拡散電極の空孔が少なくなることが防止できるので好ましい。

【0020】ジビニルベンゼンースチレン系イオン交換膜は満足のいく接合状態とならないことを、本発明者は確認している。この原因は、ジビニルベンゼンという動き難く、かつ頑い構造で架橋している為と推定している。この点、本発明のポリオレフィンにスルホン酸基を導入した膜は、含水状態で膨潤し、かつ粘性を示すため、接合性において公知の上記ジビニルベンゼンースチレン系イオン交換膜に比べて優れている。

【0021】また、ポリオレフィンにスルホン酸基を導入した膜の表面に、プロトン伝導材の溶液を塗布した後、上述の接合操作を行うことは、接合状態の点でも、また、耐久性の点でも好ましい。本発明におけるガス拡散電極は、少なくとも电解質側に触媒金属の微粒子を担持した導電材により構成される触媒層を有するものであり、触媒層にはプロトン伝導材、撥水剤、接着剤が含まれている。また、触媒を担持していない導電材および撥水剤や接着剤が含まれる層が触媒層の外側(电解質層に接しない側)に形成してあるものでもよい。

【0022】触媒層の空孔率は65~90%であり好ましくは70~85%である。空孔率が65%より小さいと反応ガスの供給が不充分となり、一方、90%より大

6

きいと導通性が低下し、結果として出力性能が低下する。このガス拡散電極に使用される触媒金属としては、水素の酸化反応および酸素の還元反応を促進する金属であればいずれのものでもよく、例えば鉛、銅、マンガン、コバルト、クロム、ガリウム、バナジウム、タンゲステン、ルテニウム、イリジウム、バラジウム、白金、ロジウムまたはそれらの合金が挙げられる。

【0023】触媒となる金属の粒径は10~300Åが好ましい。粒径が小さいほど触媒性能は高くなるが、10Å未満のものは現実的には作製が困難であり、300Åより大きいと必要な触媒性能が得られない。さらに好ましい触媒金属の粒径は15~100Åである。触媒の担持量は、電極が成形された状態で例えば、0.01~1.0mg/cm²が好ましい。0.01mg/cm²未満では触媒の性能が発揮されず、1.0mg/cm²を超えるとコストが大きくなる。より好ましくは0.1~0.5mg/cm²である。

【0024】導電材としては、電気導通性物質であればいずれのものでもよく、各種金属や炭素材料などが挙げられる。炭素材料としては、例えばファーネスブラック、チャネルブラックおよびアセチレンブラック等のカーボンブラック、活性炭、黒鉛等が挙げられ、これらが単独あるいは混合して使用される。撥水剤としては、例えばフッ素化カーボンや次に示す接着剤兼用で用いられるフッ素樹脂等が使用される。

【0025】接着剤としては各種樹脂が用いられるが、撥水性をも有するフッ素樹脂が好ましい。フッ素樹脂のうちでも融点が400°C以下のものがより好ましく、例えば、ポリテトラフルオロエチレン、テトラフルオロエチレン-パーカーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体などが挙げられる。上述した接合体を用いて燃料電池を作成し、その出力性能を評価した。得られた出力性能の結果は、公知のスチレン-ジビニルベンゼン系スルホン酸膜燃料電池に比べて極めて大きな性能の向上が確認された。また、パーカーフルオロカーボンスルホン酸膜燃料電池に比べても大きな性能向上を示した。この事実は、本発明のポリオレフィンにスルホン酸基を導入した膜を用いた接合体において、パーカーフルオロカーボンスルホン酸膜に匹敵するあるいは上回るプロトン導通性を有することを示している。耐久性に関しては、反応点として作用する触媒まわりを耐久性を有するプロトン導電材で覆うことにより解決する可能性が大きい。本発明の燃料電池に用いたポリオレフィンスルホン酸基を導入した膜はパーカーフルオロカーボンスルホン酸膜に比べて極めて安価であり、固体高分子型燃料電池の普及にとって大きな意味を持つものである。

【0026】

【実施例】以下、本発明を実施例により詳細に説明するが、本発明はこの実施例に限定されるものではない。

【0027】

(5)

特開平7-50170

7

【実施例1】厚さ25μmの高密度ポリエチレン膜〔旭化成工業(株)製 グレードHF21A〕に、窒素雰囲気下で200kGyの電子線を照射し、あらかじめ脱酸素しておいたステレンスルホン酸ナトリウム〔和光純薬製特級〕とアクリル酸〔日本触媒化学製〕の各1モル混合水溶液中に浸漬し、80°Cにて10時間反応した。得られた反応膜を水にてよく洗浄した後、0.5mol/lの硫酸液に浸漬しスルホン酸型にした。導入されたスルホン酸基及びカルボン酸基の量を中和滴定法にて決定した。その結果、スルホン酸基の交換容量は2.36meq/gであった。膜1g中の構成は、ポリエチレン0.30/g、ステレンスルホン酸0.442g、アクリル酸0.257gであった。得られた膜の厚さは60μmであった。

【0028】ガス拡散電極として、白金0.38mg/cm²担持させた電極(米国E-Tek Inc.社製)を用いた。プロトン伝導材としてバーフルオロカーボンスルホン酸膜であるAciplex<登録商標>〔旭化成工業(株)社製 交換容量1.00meq/g〕をエタノールと水との50対50(重量比)混合溶媒に溶解し5重量%溶液としたものを用いた。

【0029】2枚の面積が10cm²のガス拡散電極にプロトン伝導材溶液0.15ml含ませ、減圧下80°Cで2時間乾燥した。重量測定より、プロトン伝導材量は0.58mg/cm²であった。このプロトン伝導材を含むガス拡散電極を純水500ml中に入れ、上からテフロン板にて押さえつけた状態で100°C2時間処理した。一方、上記イオン交換膜を80°Cの純水中2時間処理したこのイオン交換膜及び2枚のガス拡散電極を水中より取り出し、表面に付着している水分を軽くふき取った後、イオン交換膜をはさんでガス拡散電極を両側にして、80°C、80kg/cm²の圧力で90秒間プレスした。

【0030】得られた接合体を用いて、図3に示す評価装置にて出力評価を行った。圧力1気圧、セル温度55°C、反応ガス加温温度55°C、反応ガスとして酸素/水素を用い、流墨は各々200ml/min/400ml/minである。得られた電流密度対電圧の関係を表1に、また曲線を図1に示す。

【0031】

【実施例2】厚さ50μmの高密度ポリエチレン膜〔旭化成工業(株)社製 グレードHF21A〕を用いて、実施例1と同じ放射線ラジカル重合を行い、スルホン酸及びカルボン酸を導入した。スルホン酸基の交換容量は1.93/meq/gであった。膜1g当りの構成は、ポリエチレン0.358g、ステレンスルホン酸0.355g、アクリル酸0.287gであった。膜の厚さは80μmであった。

【0032】ガス拡散電極は実施例1と同じ物を用い、実施例1と同様な方法でAciplex<登録商標>ブ

ロトン伝導材0.60mg/cm²含有した。これらの膜と電極を用い実施例1と同じ方法にて接合体を得た。この接合体を用いて、出力性能の評価を行った。評価条件は実施例と同じであり、結果を表1と図1に示した。

【0033】

【実施例3】厚さ50μmのポリテトラフルオロエチレン〔日本バルカー(株)社製 商品名 バルフロン 重均分子量1000000〕を用いて、実施例1と同じ放射線ラジカル重合にてスルホン酸およびカルボン酸を導入した。スルホン酸基の交換容量は1.14meq/gであった。

【0034】膜1g当りの構成は、テトラフルオロエチレン0.609g、ステレンスルホン酸0.210g、アクリル酸0.181gであった。膜の厚さは70μmとなつた。ガス拡散電極は、実施例1と同じ物を用い、同じくAciplex<登録商標>プロトン伝導材を0.59mg/cm²含有させた。

【0035】この膜と電極を実施例1と同じ方法にて接合させた。この接合体を用いて出力性能の評価を行った。評価条件は実施例1と同じであり、結果を表1と図1に示した。

【0036】

【比較例1】ステレンジビニルベンゼンにてスルホン基を導入したカチオン交換膜Aciplex<登録商標>K-101〔旭化成工業(株)社製〕膜厚150μm、スルホン酸基の交換容量2.6meq/gを用いた。電極及びプロトン伝導材は実施例1と同じ物を用い、プロトン伝導材0.61mg/cm²含有した電極を作成した。

【0037】この膜及び電極を用いて、実施例1と同じ方法にて接合体を作成した。得られた接合体の燃料電池出力性能を評価した。評価条件は実施例1と同じであり、結果を表1と図1に示した。

【0038】

【比較例2】イオン交換膜にバーフルオロカーボンスルホン酸膜であるAciplex<登録商標>〔旭化成工業(株)社製〕交換容量1.00meq/g、厚さ100μmを用いた、この膜を1mol/l硫酸水溶液中100°C1時間処理し、水洗後、純水中100°C1時間

46 処理した。さらに5重量%過酸化水素水中80°C1時間処理し、純水洗浄後、純水中100°C1時間処理した。

【0039】電極及びプロトン伝導材は実施例1と同じ物を用い、プロトン伝導材0.60mg/cm²含有した電極を作成した。この膜及び電極を用い、140°C、80kg/cm²の圧力で90秒間プレスして接合体を作成した。得られた接合体の燃料電池出力性能を評価した。評価条件は実施例1と同じであり、結果を表1と図1に示した。

【0040】

【表1】

50

(6)

特開平7-50170

9

10

電極密度 /A·cm ⁻²	出力電圧 /V	出力電圧 /V	実施例3 /V	比較例1 /V	比較例2 /V
0.0000	0.877	0.940	0.940	1.001	0.996
0.0006	0.873	0.924	0.922	0.982	0.920
0.0010	0.889	0.916	0.915	0.959	0.904
0.0020	0.860	0.802	0.860	0.857	0.882
0.0050	0.848	0.612	0.676	0.644	0.854
0.0100	0.831	0.457	0.854	0.828	0.830
0.0200	0.811	0.832	0.830	0.818	0.808
0.0500	0.779	0.769	0.796	0.781	0.775
0.1000	0.745	0.762	0.761	0.745	0.736
0.1500	0.723	0.732	0.732	0.707	0.702
0.2000	0.712	0.705	0.703	0.673	0.687
0.2500	0.700	0.690	0.675	0.641	0.667
0.3000	0.683	0.660	0.650	0.566	0.648
0.3500	0.689	0.649	0.628	0.485	0.632
0.4000	0.657	0.622	0.612	0.382	0.515
0.4500	0.645	0.610	0.586		0.596
0.5000	0.631	0.592	0.580		0.578
0.5500	0.622	0.587	0.565		0.563
0.6000	0.604	0.568	0.550		0.540
0.6500	0.598	0.554	0.539		0.528
0.7000	0.578	0.524	0.521		0.505
0.7500	0.571	0.530	0.510		0.492
0.8000	0.557	0.517	0.495		0.473
0.8500	0.545	0.504	0.480		0.456
0.9000	0.531	0.490	0.483		0.433
0.9500	0.521	0.480	0.458		0.412
1.0000	0.510	0.465	0.437		0.398
1.0500	0.498	0.452	0.423		0.371
1.1000	0.489	0.439	0.406		0.345
1.1500	0.481	0.427	0.393		0.319
1.2000	0.469	0.418	0.380		0.290
1.2500	0.461	0.407	0.370		
1.3000	0.448	0.400	0.354		
1.3500	0.440	0.383	0.344		
1.4000	0.427	0.366	0.336		
1.4500	0.415	0.355	0.330		
1.5000	0.409	0.345	0.326		
1.5500	0.398	0.335	0.320		
1.6000	0.384	0.320	0.315		
1.6500	0.373	0.312	0.312		
1.7000	0.361				
1.7500	0.347				
1.8000	0.328				
1.8500	0.302				
1.9000	0.220				
1.9500					
2.0000					

【0041】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明のイオン交換膜、本発明のイオン交換膜を用いた接合体、そしてその接合体を用いた燃料電池によれば、優れた出力性能で安価な燃料電池を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例および比較例における出力性能評価の結果を示すグラフである。

【図2】固体高分子型燃料電池の基本構造を示す概略図である。

【図3】実施例および比較例において使用した評価装置を示す概略図である。

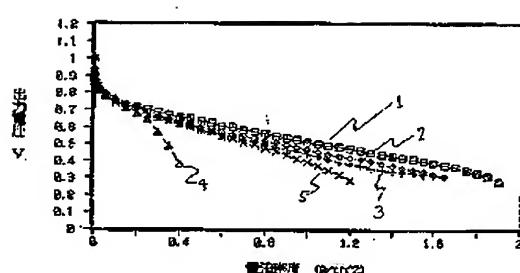
【符号の説明】

1. 実施例1
2. 実施例2
3. 実施例3
4. 比較例1
- 40 5. 比較例2
6. 電解質膜
7. ガス拡散電極
8. ガス拡散電極
9. 燃料電池セル
10. 加湿器
11. 純水

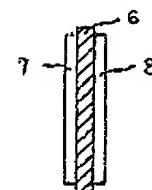
(7)

特開平7-50170

【図1】



【図2】



【図3】

